

**PENGARUH KONDISI LINGKUNGAN TERHADAP KEMAMPUAN SONAR KRI  
DALAM MENDETEKSI KONTAK BAWAH AIR**  
**THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON THE CAPABILITY OF WARSHIP  
SONAR IN DETECTING WATER CONTACT**

Putu Agus Harianto<sup>1\*</sup>, Tatit Eko W.<sup>2</sup>, Rio Henrymuko Yumm<sup>3</sup>

Program Studi Magister Terapan Operasi Laut Pendidikan Reguler Seskoal

<sup>1</sup> Mahasiswa Dikreg Seskoal Angkatan 57 TA. 2019

<sup>2</sup> Wakil Komandan Sekolah Staf dan Komando TNI AL

<sup>3</sup> Kasubdep Opsfib Depops Seskoal

\*Corresponding author-email: [putuagusal@gmail.com](mailto:putuagusal@gmail.com)

Submitted: 16 August 2019 / Revised: 09 April 2020 / Accepted: 28 April 2020

<http://doi.org/10.21107/jk.v13i1.5845>

**ABSTRACT**

*The ability of sonar in detecting underwater contact is still a mainstay in carrying out Anti Submarine warfare. warship will find it difficult to detect the presence of submarines without the sonar equipment installed on the warship. The sonar's ability to detect underwater contact is not only influenced by the underwater environment conditions, especially when underwater conditions experience a negative gradient where the submarine can hide without being detected by the ship's sonar because the sound waves emitted by the sonar cannot penetrate the area or the waves cannot return to the source of the sound waves. To anticipate the constraints that may be obtained by sonar due to the influence of the underwater conditions, the sonar operator must have data on underwater propagation in the environment. The addition of portable sonar equipment is also very useful for detecting underwater contacts in the shadow zone region that cannot be penetrated by Sonar.*

**Keywords:** Sonar Ability, Underwater Environmental Influence, Anti-Submarine Warfare

**ABSTRAK**

*Kemampuan sonar (Sound Navigation and Ranging) dalam mendeteksi kontak bawah air masih menjadi andalan dalam melaksanakan peperangan Anti Kapal Selam. KRI akan kesulitan dalam mendeteksi keberadaan kapal selam tanpa adanya peralatan sonar yang terpasang di KRI tersebut. Kemampuan sonar dalam mendeteksi kontak bawah air selain dipengaruhi kemampuan operator dan kesiapan teknis peralatannya, juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan bawah air terutama saat kondisi bawah air mengalami gradien negatif maka akan muncul wilayah Shadow Zone yang merupakan wilayah dimana kapal selam dapat bersembunyi tanpa terdeteksi oleh sonar kapal karena gelombang suara yang dipancarkan oleh sonar tidak dapat menembus daerah tersebut atau gelombang tersebut tidak dapat kembali ke sumber gelombang suara (Sonar). Untuk mengantisipasi kendala yang mungkin didapatkan oleh sonar akibat pengaruh kondisi bawah air tersebut maka operator sonar harus mempunyai data-data tentang propagasi bawah air di lingkungan tempat melaksanakan operasi baik mendapatkan data dari bank data yang dimiliki maupun dengan melakukan penghitungan kondisi bawah air dengan menggunakan alat Bathytermografi (XBT). Penambahan peralatan sonar portable (Variable depth Sonar) juga sangat berguna untuk mendeteksi kontak bawah air yang berada di wilayah shadow zone yang tidak dapat ditembus oleh gelombang suara yang dipancarkan oleh sonar hull mounted sonar (HMS).*

**Kata kunci:** Kemampuan Sonar, pengaruh lingkungan bawah air, peperangan anti kapal selam

## PENDAHULUAN

Aplikasi awal dari teknologi akustik telah dikenal pada era Perang Dunia I, walaupun bukan untuk deteksi kapal selam, melainkan dipergunakan untuk deteksi kapal pengebom musuh dan zeppelin di udara. Pada awal-awal tahun Perang Dunia I banyak kemajuan yang dibuat oleh Inggris dan Jerman, yaitu dengan mengembangkan sistem deteksi dan penentuan lokasi dari pesawat terbang musuh. Teknologi akustik selanjutnya mengalami banyak perkembangan hingga ditemukannya sistem Sound and Ranging (SONAR) melalui pemanfaatan propagasi gelombang akustik, yang dipergunakan untuk deteksi kapal selam. (Suharyo *et al.*, 2018). Perkembangan kemampuan Kapal Selam yang sangat pesat akan memberikan dampak semakin sulitnya untuk mendeteksi kontak Kapal Selam. Kecanggihan teknologi kapal selam saat ini menjadi ancaman yang serius bagi kapal-kapal permukaan dalam melaksanakan peperangan anti kapal selam (AKS). Jika pembangunan kapal permukaan untuk peperangan AKS tidak dilengkapi dengan peralatan deteksi bawah air yang memiliki teknologi yang disesuaikan dengan kemampuan ancaman yang akan dihadapi, maka sangat sulit bagi unsur-unsur Anti Kapal Selam tersebut dapat mengambil inisiatif dalam pertempuran.

Proyek pembelian Kapal Selam negara-negara di sekitar Asia meningkat dari tahun ke tahun. Jumlah tersebut akan terus bertambah seiring dengan selesainya proyek pembelian mereka dalam kurun waktu 10 tahun mendatang. (Lombardi, 2016) Profesor Geoffrey Till menyebutkan bahwa kemampuan KS negara-negara di Asia telah berkembang mengimbangi kekuatan permukaan. Modernisasi kapal selam juga terus dilakukan oleh negara-negara tersebut, untuk membuat senjata rahasia ini lebih senyap dan makin sulit dideteksi. Sistem manajemen operasi dan tempur KS negara-negara tersebut juga telah menerapkan *network centric*. Sejak tahun 2003, telah terdapat 53 kapal selam diesel yang baru dibangun, dan pada 2006, telah terdapat 170 KS di Asia Pasifik – ini merupakan 88% dari total kapal selam di dunia (Till, 2010).

TNI Angkatan Laut saat ini terus mengembangkan kemampuan tempurnya untuk menghadapi kemungkinan ancaman kapal selam asing dengan melaksanakan pembelian dan pembangunan kapal perang (KRI) yang memiliki fungsi asasi untuk melaksanakan peperangan anti kapal selam. Peningkatan kemampuan tersebut tidak

terlepas dari perkembangan lingkungan strategis kawasan regional dimana negara-negara Kawasan mengembangkan kemampuan kapal selamnya untuk meningkatkan pertahanan lautnya masing-masing. Keberhasilan KRI dalam melaksanakan pendeteksian bawah air tidak lepas dari keandalan sonar yang terpasang di kapal tersebut. Sonar adalah singkatan dari *Sound Navigation and Ranging* merupakan sistem yang menggunakan gelombang suara bawah air yang dipancarkan dan dipantulkan untuk mendeteksi dan menetapkan lokasi obyek di bawah laut atau untuk mengukur jarak bawah laut. (Seabeam, 2000) Sonar merupakan sistem instrumen yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang obyek-obyek bawah air. Prinsip dasar awal dari sonar adalah menggunakan suara untuk mendeteksi atau menemukan objek yang secara khusus berada di laut (Hansen, 2011). Sonar bekerja dengan mengirim gelombang suara bawah permukaan dan kemudian menunggu untuk gelombang pantulan (*echo*). Data suara dipancarkan ulang ke operator melalui pengeras suara atau ditayangkan pada monitor. Sonar hingga saat ini telah luas digunakan untuk mendeteksi Kapal Selam dan ranjau, mendeteksi kedalaman, penangkapan ikan, keselamatan penyelaman, dan komunikasi di laut. Sistem Sonar ini terdiri dari dua bagian yaitu sistem sonar aktif yang melakukan proses pemancaran dan penerimaan sinyal suara dan sistem sonar pasif yang digunakan untuk menerima sinyal-sinyal suara yang dihasilkan oleh obyek-obyek bawah air. (Seabeam, 2000)

Menurut MacLenan & Simmonds, (1992). Sistem sonar umumnya terdiri dari lima komponen, adapun kelima komponen tersebut yaitu:

- a. *Transmitter*, berfungsi untuk menghasilkan pulsa listrik.
- b. *Transducer*, untuk mengubah energi listrik menjadi energi suara begitu juga sebaliknya.
- c. *Receiver*, untuk menerima echo dari objek.
- d. Perekam, untuk mencatat hasil echo.
- e. *Time base*, digunakan untuk mengaktifkan pulsa.

Keandalan sonar dalam mendeteksi keberadaan kontak bawah air dipengaruhi oleh kondisi lingkungan bawah air yang sering berubah-ubah dan berbeda disetiap wilayah. Kondisi yang mempengaruhi kinerja sonar yaitu

temperatur air laut, salinitas, kedalaman laut, bentuk dan kondisi dasar laut, ambient/self-noise, serta propagation loss. Kondisi bawah air yang kurang menguntungkan akan menimbulkan adanya shadow zone yaitu wilayah yang dapat digunakan oleh kapal selam bersembunyi agar tidak terdeteksi oleh sonar kapal karena pancaran gelombang suara yang sulit menembus wilayah tersebut.

Rumusan masalah dari jurnal ini adalah bagaimana pengaruh kondisi lingkungan bawah air terhadap kemampuan sonar dalam mendeteksi kontak-kontak yang berada di lingkungan bawah air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kendala dari sonar hull mounted sonar yang terpasang di KRI terhadap pengaruh kondisi lingkungan bawah air dan solusi untuk mengatasi kendala yang dihadapi tersebut. Teori yang digunakan adalah teori pengaruh.

### MATERI DAN METODE

Tulisan ini akan membahas mengenai Pengaruh Kondisi Lingkungan Bawah Air terhadap Kemampuan Sonar dalam mendeteksi kontak bawah air pada peperangan Anti Kapal Selam. Pada penulisan ini digunakan metode penelitian dengan pendekatan *deskriptif kualitatif*, yang mempunyai karakteristik alami (*natural setting*) sebagai sumber data langsung, deskriptif, proses lebih dipentingkan daripada hasil, analisis dalam penelitian kualitatif cenderung dilakukan secara analisis induktif serta makna merupakan hal yang esensial. (Moleong, 2014). Penelitian dan observasi lapangan dilaksanakan oleh penulis pada saat mengikuti latihan pencarian kapal selam sehingga mendapatkan data-data riil tentang kondisi bawah air di wilayah latihan serta melaksanakan wawancara dengan narasumber expert.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Perairan di Indonesia dapat digunakan untuk berbagai tujuan diantaranya untuk sistem komunikasi, sistem keamanan bawah air, pelacakan penyelam, sistem sonar aktif dan pasif, sistem navigasi kapal dan lain sebagainya. Getaran akustik yang merambat pada medium air dapat membawa informasi dari satu tempat ke tempat lain. Ketika getaran akustik pembawa informasi tersebut merambat dalam medium menuju sensor, terjadi pelemahan yang diakibatkan oleh sebaran dan sifat serap gelombang pada air. Materi penyusun medium ikut berpengaruh terhadap

nilai pelemahan tersebut sehingga pelemahan pada air tawar dan air laut berbeda.

Sonar modern yang dimiliki oleh kapal perang saat ini pada umumnya adalah *Hull Mounted Sonar* (HMS) mode aktif maupun pasif yang memiliki kekuatan frekuensi sedang. Sonar dirancang dengan kemampuan peperangan Anti Kapal Selam yang efektif untuk mendeteksi, lokalisasi, dan klasifikasi ancaman Kapal Selam di Laut Kepulauan (*Littoral Environment*), serta memiliki kemampuan pertahanan diri yang mampu mendeteksi torpedo dan rintangan bawah air (Manual Book PKR, 2017). Sonar ini secara permanen memberi Kapal Perang kemampuan untuk mendeteksi, melokalisasi, dan mengklasifikasikan ancaman Kapal Selam, khususnya di wilayah laut yang kontur dasar lautnya berbukit-bukit dan perairan di mana penyebaran gelombang suara yang sulit terjadi. Hal ini memungkinkan Kapal Perang kombatan secara efisien melakukan pencarian, pengawalan, atau misi memberikan gangguan terhadap ancaman Kapal Selam modern bahkan dengan *target strength* (TS) yang rendah.

Sonar ini memiliki kemampuan pencarian aktif Kapal Selam dan kemampuan untuk deteksi torpedo. Mode sonar aktif memiliki kemampuan pengawasan/pencarian kontak bawah air dengan cakupan 360° untuk mendeteksi kontak secara otomatis dengan menggunakan *frequency Modulation* (FM) dan *Continuous Wave* (CW) secara independen atau bersamaan. Mode sonar pasif dapat digunakan ketika sonar aktif tidak digunakan. Sonar pasif menggunakan *bandwidth* penerimaan lebar untuk deteksi kontak (360°) dari suara berisik (*noise*) yang dipancarkan oleh kontak bawah air. Dalam mode pencarian pasif, sonar ini menampilkan deteksi secara otomatis dan pelacakan kontak tanpa input operator, yang secara drastis mengurangi beban kerja operator. Dalam mode sonar aktif, operator memiliki sarana untuk mengelola kontak ini atau memulai trek secara manual. Sonar dengan teknologi modern juga mempunyai kemampuan *Obstacle Avoidance* (OA) dengan menggunakan mode transmisi aktif khusus untuk mendeteksi benda dan rintangan yang melayang atau tertambat di dalam air di sektor haluan kapal. Selain semua mode operasi sonar, Sonar juga memiliki kemampuan *Torpedo Warning* (TW) dan menyediakan pengawasan pasif panoramik untuk deteksi dini torpedo yang mendekat.

Sonar HMS memberi operator tentang prediksi kondisi lingkungan yang mempengaruhi kinerja sonar (*Performance of the Day (POD)*). Data batimetri secara langsung direkam dalam memori partisi yang dapat diakses dari alat prediksi kinerja. Alat ini menggunakan data profil kecepatan suara yang dimasukkan secara manual ditambah data lingkungan setempat untuk memprediksi kinerja sonar yang diharapkan di laut, untuk kondisi saat itu. Alat POD juga dapat digunakan oleh operator untuk menentukan konfigurasi sistem terbaik untuk misi yang diberikan. Beberapa Sonar menyediakan kemampuan *On Board Training (OBT)* untuk membantu operator melatih mode operasional (*ASW, Torpedo Detection*, dan *Penghindaran rintangan (OA)*). Sistem ini juga dilengkapi dengan *Under Water Telephone (UWT)* yang memungkinkan komunikasi (telepon dan data) antara kapal dan unit Angkatan Laut lainnya, terutama Kapal Selam.

Dalam teori pengaruh menjelaskan bahwa pengaruh merupakan suatu reaksi yang timbul dapat berupa tindakan atau keadaan dari suatu perlakuan akibat dorongan untuk mengubah atau membentuk sesuatu keadaan kearah yang lebih baik. (Louis, 2000). Kemampuan KRI dalam mendeteksi kontak bawah air dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya keterampilan operator sensor bawah air dalam mengoperasikan peralatan, kemampuan teknis dan karakteristik sonar yang ada di KRI serta kondisi lingkungan bawah air yang mempengaruhi kinerja sonar tersebut. Dalam peperangan anti kapal selam, sonar merupakan peralatan yang digunakan untuk mendeteksi kontak bawah air dengan menggunakan gelombang suara yang merambat di dalam air. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi kerja Sonar adalah: (Robert J. Urick, 1996).

a. Temperatur air laut yang berubah-ubah. Suhu air laut dipengaruhi oleh cuaca, kedalaman air, gelombang, waktu pengukuran, pergerakan konveksi, letak ketinggian dari muka laut (*altitude*), *upwelling*, musim, konvergensi, divergensi, dan kegiatan manusia di sekitar perairan tersebut serta besarnya intensitas cahaya yang diterima perairan. Suhu suatu perairan dipengaruhi oleh radiasi matahari, posisi sinar matahari, letak geografis, musim, kondisi awan, serta proses interaksi antara air dan udara, seperti aliran panas (*heat*), penguapan, dan hembusan angin. Kecepatan suara dalam air akan menurun seiring dengan penurunan suhu air laut pula. Pada kedalaman sampai 1000 meter,

suhu air laut menurun terhadap kedalaman dan kecepatan suara menurun 3 m/s setiap penurunan suhu 1 derajat celcius. (Farita, 2006).

- b. Kadar garam air laut yang tidak tetap. Kadar garam atau salinitas air laut adalah persentase dari bagian padat di dalam air laut. Di perairan dangkal besarnya salinitas sering berubah karena pengaruh hujan atau air sungai serta perubahan temperatur. Semakin tinggi tingkat salinitas di perairan tersebut maka kemampuan perambatan gelombang suara yang dihasilkan oleh sonar Kingklip semakin jauh karena gradien laut menjadi positif. Salinitas di perairan terbuka rata – rata konstan, berkisar antara 32 – 38 ppt. Perubahan / penambahan 1 ppt akan merubah / menambah kecepatan suara dalam air hingga mencapai 1,3 meter / detik. Variasi salinitas terbesar terletak di daerah ocean front yaitu daerah yang memisahkan massa air laut yang berbeda karakteristiknya, biasanya menunjukkan gradien horisontal suhu dan temperatur yang sangat besar.
- c. Kedalaman laut setempat. Semakin dalam air laut, semakin besar kerapatan air, atau tekanan air bertambah besar. Bila kerapatan berubah, kecepatan dari gelombang suara berubah pula. Faktor ini lebih dominan mempengaruhi kecepatan suara di laut dalam dibandingkan dengan salinitas. Penambahan tekanan terhadap penambahan kedalaman relatif konstan dan dapat diperhitungkan / diprediksi. Penambahan kedalaman 1 meter akan menambah kecepatan suara hingga mencapai 0,017 meter / detik. Bentuk dan kondisi dasar laut. Dasar laut dalam kenyataannya bukan merupakan dataran yang rata, tetapi penuh dengan bukit-bukit dan lembah-lembah yang dalam yang sering tidak terjangkau oleh pancaran gelombang suara sonar, sehingga merupakan tempat persembunyian yang ideal bagi kapal selam. Selain itu, khususnya di lautan yang dangkal, kurang dari 200 m dalamnya, dasar laut yang berbukit-bukit dan berkarang ini akan memantulkan gelombang suara tersebut ke segala arah, untuk kemudian dipantulkan kembali oleh permukaan laut, demikian berkali-kali, sehingga terjadi apa yang dinamakan reverbasi (*reverberation*). Untuk mendapatkan bentuk gambaran permukaan dasar laut dapat menggunakan instrumen Side Scan Sonar (SSS). Instrumen ini mampu membedakan besar kecil partikel

penyusun permukaan dasar laut seperti batuan, lumpur, pasir, kerikil, atau tipe-tipe dasar perairan lainnya. (Lubis dan Anurogo, 2017)

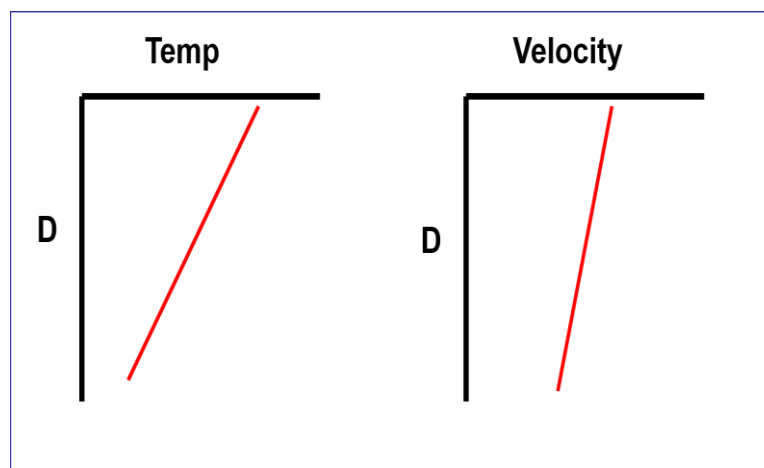
- d. *Ambient noise dan self noise*. Kebisingan suara lingkungan adalah seluruh suara yang dapat didengar di bawah air, yang tertangkap oleh hidrofon/penerima sonar. Kebisingan suara (derau) dapat dikelompokkan dalam dua bagian, yaitu: suara bising yang dihasilkan oleh manusia atau alat-alat yang dibuat manusia seperti suara kapal, Rig lepas pantai, kompleks industri di tepi pantai, dan lain-lainnya. Sedangkan *self noise* adalah suara yang ditimbulkan oleh alam seperti suara bising permukaan laut (pecahnya ombak), getaran seismik, gerak molekul di sekitar hidrofon, suara biologi seperti suara ikan dan penghuni laut lainnya.
- e. *Propagation loss*. Bentuk dasar laut dan populasi hewan laut dapat mempengaruhi kemampuan kapal permukaan untuk mendeteksi keberadaan kapal-kapal tersebut. Gelombang suara yang dipancarkan oleh Sonar mengalami penurunan kemampuan deteksi kontak bawah air dikarenakan adanya pengurangan energi maupun penyebaran gelombang suara. *Propagation Loss* disebabkan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu: Penyebaran gelombang suara (*Spreading*), Penyerapan gelombang suara (*Absorption*), Refleksi (*reflection*), *Scattering*, *Diffraction*, *Transmission*. (Bollemeyer-Colle, 2014)

Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan sonar diatas menyebabkan munculnya wilayah *shadow zone* yang tidak

dapat ditembus atau tidak tercover oleh gelombang suara yang dipancarkan oleh sonar. Wilayah tersebut sering digunakan oleh kapal selam untuk menghindari dari deteksi sonar kapal permukaan. Sonar kingklip merupakan sonar HMS yang memiliki jarak pendeteksian sedang yang tidak efektif diwilayah perairan yang memiliki gradien negatif dan kontur dasar laut tidak rata dan berlumpur sehingga diperlukan sonar portable yang bisa disetel kedalamannya disesuaikan dengan wilayah *shadow zone* tersebut. Kondisi lingkungan bawah air tersebut menghasilkan gradien kecepatan suara yang merupakan perubahan propagasi suara sebagai akibat perubahan kecepatan suara dalam air. Gradien kecepatan suara ini menentukan bentuk lintasan propagasi suara dalam air. Secara umum ada tiga jenis gradien yaitu:

#### a. Gradien negatif

Gradien negatif terjadi pada saat terjadi penurunan suhu terhadap kedalaman. Dimana penurunan suhu ini lebih dominan mempengaruhi kecepatan suara dibandingkan dengan peningkatan tekanan terhadap penambahan kedalaman. Lintasan suara pada gradien negatif akan dibelokan/dibiaskan ke arah daerah yang memiliki kecepatan suara yang lebih rendah, sehingga pada gradien negatif, lintasan suara akan dibelokan ke bawah. Perlu diketahui adanya daerah bayangan (*shadow zone*). Besarnya gradien negatif yang ditimbulkan akan menentukan intensitas/jumlah refraksi yang terjadi yang akan mempengaruhi jarak terbentuknya *shadow zone* tersebut secara langsung. *Shadow zone* ini dapat digunakan oleh Kapal Selam untuk mendekati kontak permukaan tanpa terdeteksi.

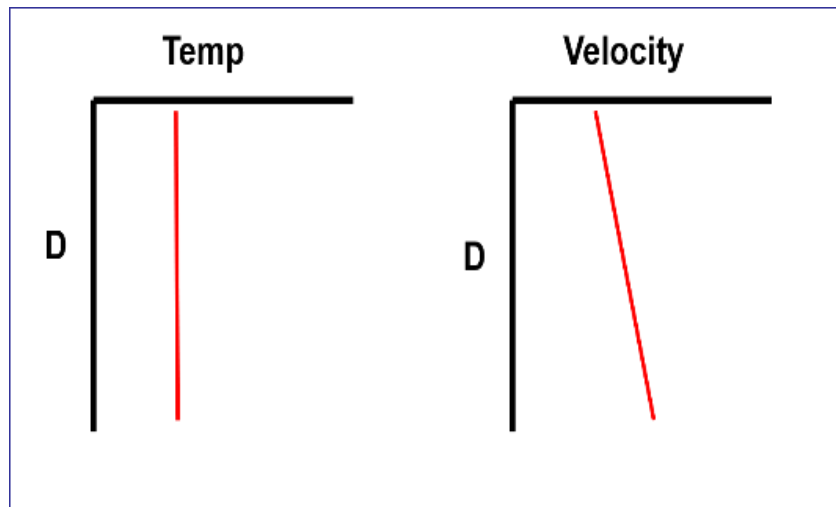


Gambar 1. Tampilan kondisi gradien Negatif

b. Gradien *Isothermal*

Gradien *isothermal* terjadi bila tidak terjadi penurunan/ kenaikan kecepatan suara dalam air. Pada gradien ini, tidak terjadi perubahan kecepatan suara, sehingga tidak terjadi pembiasan sehingga gelombang

akan merambat menurut garis lurus. Kondisi ini sering disebut *propagasi isovelocity*. Gradien *Isothermal* ini sangat memungkinkan untuk perambatan gelombang suara dalam air sampai jarak yang sangat jauh.

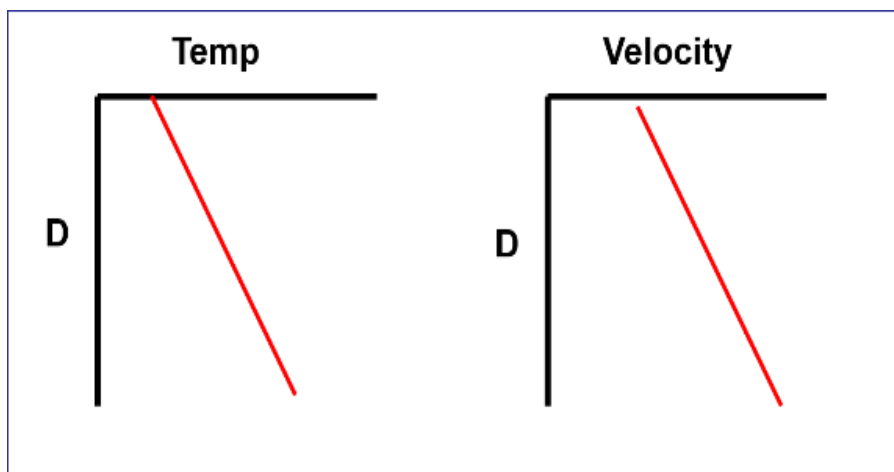


Gambar 2. Tampilan kondisi gradien Isothermal

c. Gradien Positif.

Gradien positif terjadi bila terjadi peningkatan kecepatan suara dalam air terhadap penambahan kedalaman sebagai akibat naiknya suhu terhadap penambahan kedalaman. Gradien positif sangat jarang terjadi, biasanya terjadi di daerah tropis selama musim dingin. Dimana es yang mencair mengalir menuju daerah/perairan

hangat sehingga lapisan atas/permukaan akan lebih dingin dibandingkan dengan lapisan dibawahnya. Perambatan suara pada gradien positif ini akan menyebabkan dibelokannya gelombang suara ke atas, yaitu ke daerah yang memiliki kecepatan suara lebih rendah karena suhu yang dingin dibandingkan dengan suhu air laut di bawahnya.

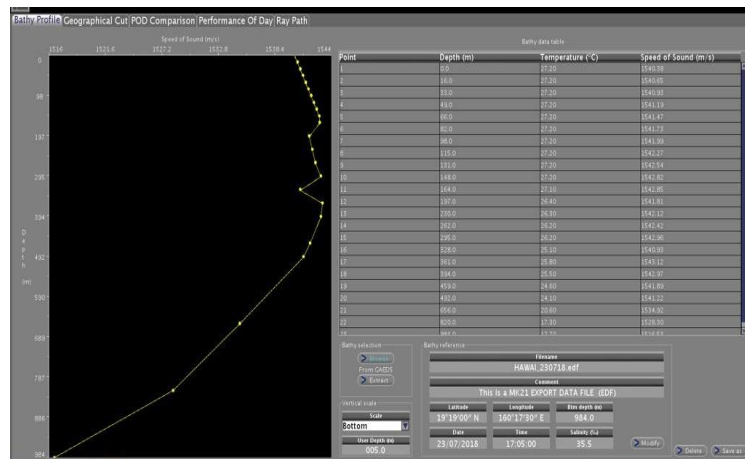


Gambar 3. Tampilan kondisi gradien Positif

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis melaksanakan penelitian dan observasi di lapangan untuk mengetahui pengaruh

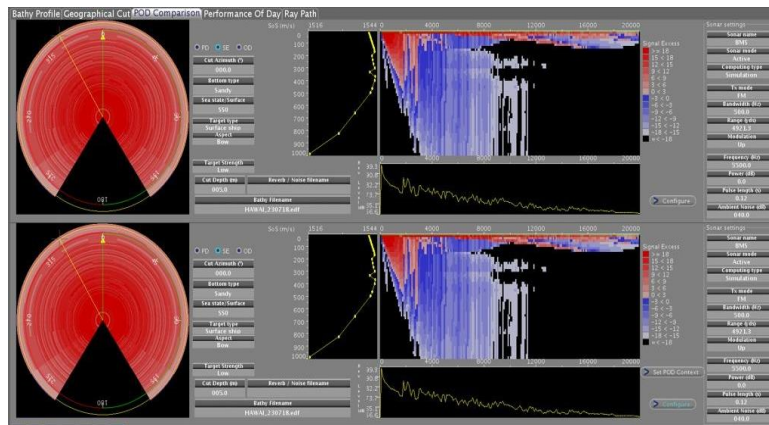
kondisi lingkungan terhadap kemampuan sonar dalam mendeteksi kontak bawah air.



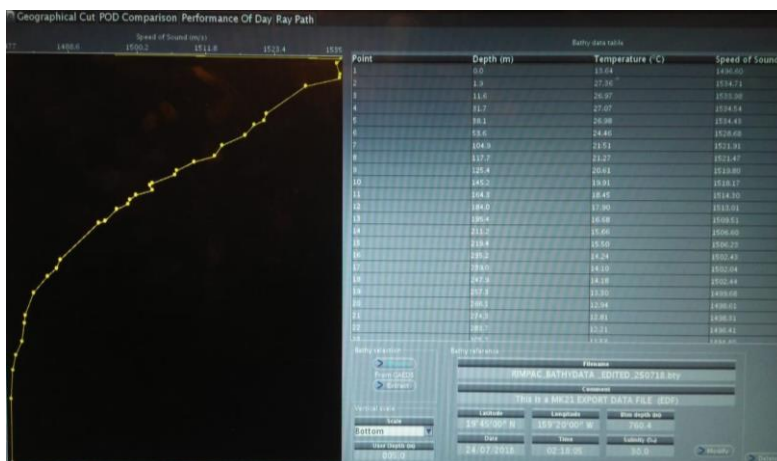
Gambar 4. Bathy Data perairan wilayah operasi pada kondisi gradien positif

Pada kondisi gradient positif kecepatan suara semakin besar sehingga jarak jangkauan sonar semakin jauh, namun kemampuan deteksi sonar hanya sampai pada kedalaman kurang

dari 100 m sehingga dibawah kedalaman tersebut akan menimbulkan shadow zone (area warna biru pada gambar 5.)



Gambar 5. Gambaran Performance of Day

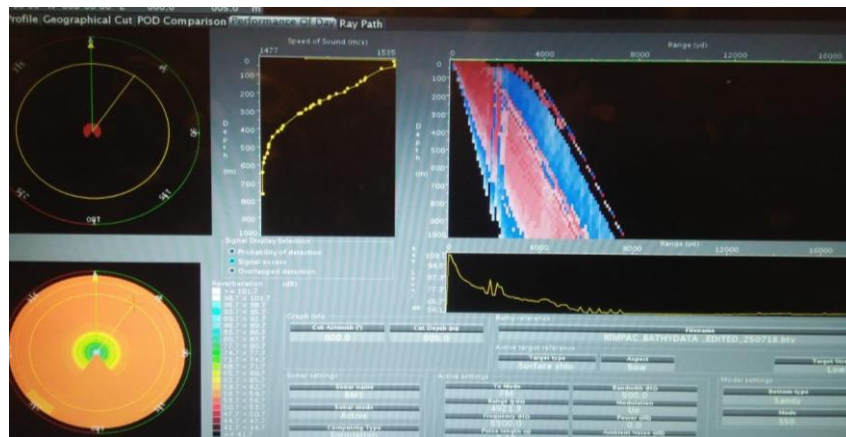


Gambar 6. Bathy Data perairan wilayah operasi pada kondisi gradien Negatif

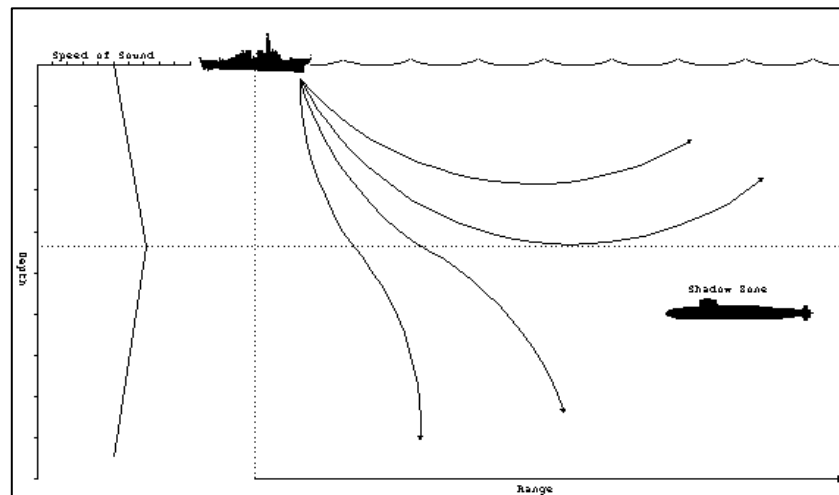


Pada kondisi gradient negatif kecepatan suara semakin menurun dengan kedalaman laut

sehingga jarak jangkau sonar semakin dekat (area warna merah pada gambar 7.)



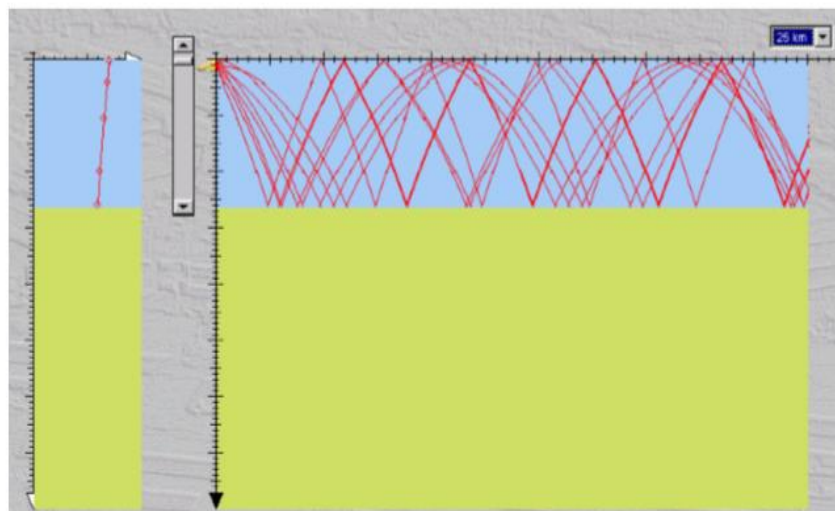
Gambar 7. Gambaran Performance of Day



Gambar 8. Area shadow zone yang dihasilkan

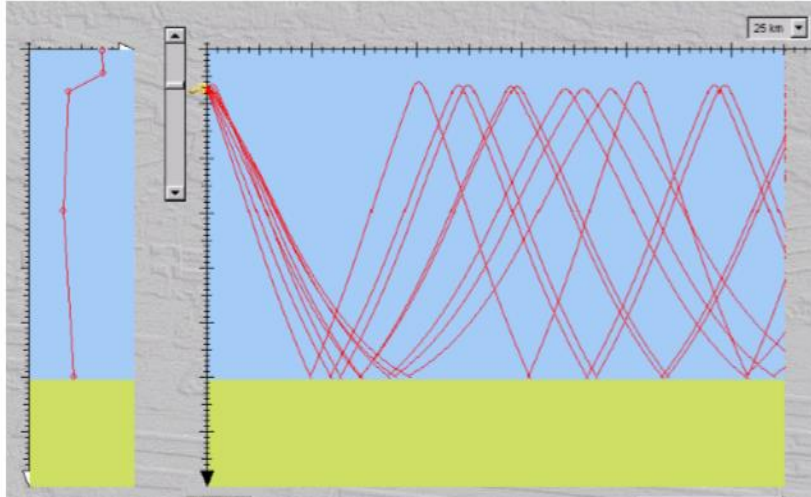
Untuk dapat mendeteksi kontak bawah air yang berada pada shadow zone, maka diperlukan penggunaan variable depth sonar atau towed

array sonar sehingga sonar tersebut dapat diletakkan pada kedalaman yang telah diketahui posisi layer-layer tersebut.



Gambar 9. Tampilan pola pancaran gelombang dari hull mounted sonar (HMS)

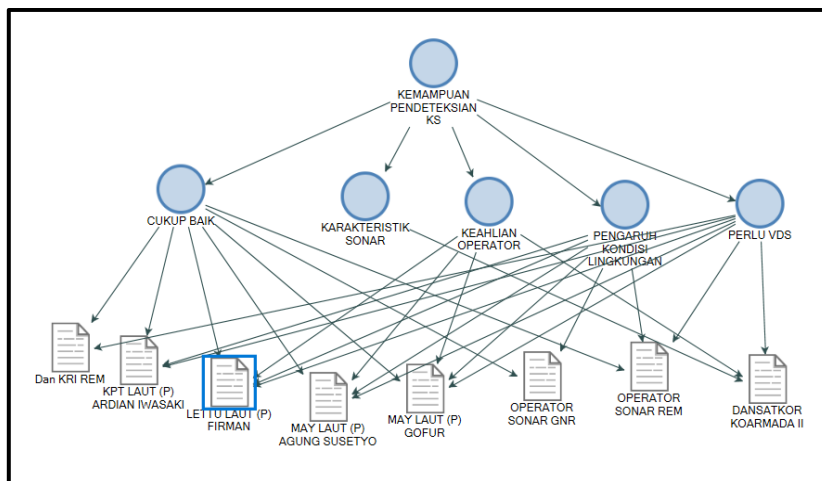




Gambar 10. Tampilan pola pancaran gelombang dari Variable depth sonar (VDS) pada wilayah gradien negatif.

Berdasarkan kemampuan dan keandalan sonar modern saat ini serta pengaruh lingkungan bawah air yang dapat mempengaruhi propagasi bawah air, peneliti melaksanakan pengolahan data menggunakan tools Nvivo

dari data wawancara dengan beberapa narasumber expert dimana diperoleh kesimpulan bahwa kinerja sonar sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan bawah air di wilayah tersebut.



Gambar 11. Pengolahan data Kemampuan Deteksi kontak bawah air menggunakan tools NVIVO

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Keandalan sonar dalam mendeteksi keberadaan kontak bawah air dipengaruhi oleh kondisi lingkungan bawah air yang sering berubah-ubah dan berbeda di setiap wilayah. Kondisi yang mempengaruhi kinerja sonar yaitu temperatur air laut, salinitas, kedalaman laut, bentuk dan kondisi dasar laut, ambient/self-noise, serta *propagation loss*. Kondisi bawah air yang kurang menguntungkan akan menimbulkan adanya *shadow zone* yang dapat digunakan oleh kapal selam bersembunyi agar tidak terdeteksi oleh sonar kapal karena

pancaran gelombang suara yang sulit menembus wilayah tersebut.

### Saran

Untuk dapat mengatasi kendala yang ditimbulkan oleh kondisi bawah air maka kapal perang perlu dilengkapi dengan data-data kondisi lingkungan di daerah Operasi serta didukung dengan peralatan *Variable Depth Sonar* maupun *Towed Array Sonar* sehingga mampu mendeteksi kontak-kontak bawah air yang berada di luar jangkauan kemampuan *Hull Mounted Sonar*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Komandan Seskoal Laksamana Muda TNI DR. Amarulla Octavian, ST, M.Sc., DESD yang sepenuhnya mendukung penerbitan Jurnal yang penulis susun. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bimbingan Laksamana Pertama TNI Tatit Eko Witjaksono, S.E., M. Tr (Han) dan Letkol Laut (P) Rio Henrymuko Yumm serta seluruh pihak yang membantu penulis dalam penyusunan jurnal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albregtsen, Fritz. (2008). *Reflection, refraction, diffraction, and scattering*. Departement of Informatics the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University Osloensis.
- Bollemeijer-Colle. (2014). *Oceanografie Akoestiek*. NLBEOpschool: Koninklijke Marine CCO Basisopleiding
- Farita, Y. (2006). Variabilitas Suhu di Perairan Suhu di Perairan Selatan Jawa Barat dan Hubungannya dengan angina muson, Indian Ocean dipole mode dan El nino Southern Oscillation. *Skripsi program studi ilmu dan teknologi kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor*.
- Till, G. (2010). *Asia Rising and the Maritime Decline of the West: A Review of the Issues*, RSIS Working Paper No. 205, S. Rajaratnam School of International Studies, Singapore
- Hansen, R. E. (2011). *Introduction to synthetic aperture sonar, in Sonar Systems. Edited by Nikolai Kolev. First Edition*. InTech, Croatia. Hal. : 1-25.
- Lombardi, B. (2016). The Future Maritime Operating Environment and the Role of Naval Power. *Defence Research and Development Canada*.
- Louis, G. (2000). *Mengerti Sejarah*, Depok: Yayasan Penerbit Universitas Indonesia
- Lubis, M. Z., & Anurogo, W. (2017). Identifikasi Profil Dasar Laut Menggunakan Instrumen Side Scan Sonar Dengan Metode Beam Pattern Discrete-Equi-Spaced Unshaded Line Array. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 10 (1), 87-96.
- MacLenan, D. & Simmonds. (1992). *Fisheries Acoustics Theory and Practice*. Oxford: Blackwell Science
- Manual Book PKR: UMS 4132 Kingklip PKR Project System Manual
- SeaBeam. (2000). *Multibeam Sonar Theory of Operation*. L-3 Communications SeaBeam Instruments. Washington Street East Walpole.
- Soekarso, W. (1994) *Sistem Deteksi Bawah Air*. eJournal. Ukrida
- Suharyo, O. S., Adrianto, D., & Hidayah, Z. (2018). Pengaruh Pergerakan Massa Air Dan Distribusi Parameter Temperatur, Salinitas Dan Kecepatan Suara Pada Komunikasi Kapal Selam. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(2), 104-112.
- Urick, Robert J. (1996). *Principle of underwater sound*. New York: Mc Grawhill
- Widodo, J. (1992). Prinsip Dasar Hidroakustik Perikanan. *Oseana*, 17(3), 83-95.